Experimentelle Beiträge zu den Schrotschussverletzungen des Auges.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

in der

Medizin und Chirurgie

einer

Hohen Medizinischen Fakultät der Kgl. Universität Breslau

vorgelegt von

Arthur Heinrich,
approb. Arzt aus Cathrienhöfen in Ostpreußen.

Breslau 1907.
Drück der Breslauer Genossenschafts-Buchdruckerei, E. G. m. b. H.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Breslau.

Referent: Professor Dr. Uhthoff.

Bonhoeffer, Dekan.

Dem Andenken
seiner verstorbenen Eltern

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548206_0140

Bei einer Schrotschußverletzung des Auges steht die äußerlich sichtbare Wunde nicht mehr im Vordergrunde ärztlichen Interesses, wenn das verletzende Projektil als Fremdkörper im Auge zurückblieb. Die Diagnose Fremdkörperverletzung liefert in den meisten Fällen eine absolut ungünstige Prognose, und doch ist eine Reihe von Fällen bekannt, wo der Fremdkörper jahrelang ohne Nachteil für das Auge herumgetragen wurde. Es war von jeher eine der wichtigsten Fragen der Augenärzte, wie sich der Organismus gegen die verschiedenen Arten von Fremdkörpern, die in das Auge dringen, verhalte. Lange suchten alle Autoren, die derartige Fälle mitteilten, nach Gründen, um das verschiedene Verhalten des Auges gegen Fremdkörper zu erklären, ohne daß es gelungen wäre, der Sache auf den Grund zu kommen. Man begnügte sich schließlich mit der Annahme, daß in den günstig verlaufenden Fällen der Organismus Kräfte mobil machen könne, die den Fremdkörper zum Einkapseln bringen, während in einem ungünstig verlaufenden Falle das Auge durch akute Eiterung widerstandslos zugrunde geht, was nicht verwunderte, da man dem Auge eine besonders große, von seiner Empfindlichkeit und zarten Organisation abhängige Disposition zur Entstehung von Entzündung durch äußere Reize zuschrieb. Man nahm daher für Fälle, in denen Fremdkörper reaktionslos vom Auge vertragen wurden, eine individuelle Widerstandskraft des Organismus überhaupt an und beschrieb solche Fälle als Kuriosa. Man kannte damals noch nicht

die Ursache der Wundeiterung und war nicht imstande, die beiden Wirkungen: Wundinfektion durch Verunreinigung mit Mikroorganismen und alleinige Wirkung der Fremdkörper voneinander zu trennen. Erst nachdem die Spaltpilze entdeckt und die Erfolge der antiseptischen Wundbehandlung den Beweis geliefert, daß die traumatischen Entzündungen im allgemeinen durch eine Infektion mit Mikroorganismen erzeugt werden, konnte man sich die Frage vorlegen, wieviel von den Folgezuständen, die man nach solchen Verletzungen auftreten sieht, der Wirkung des Fremdkörpers selbst und wieviel der häufig damit verbundenen Verunreinigung mit Mikroorganismen zuzuschreiben ist. —

Eine stattliche Reihe von Forschern hat sich der Lösung dieser Frage zugewendet und von allen hat Leber in seinem epochemachenden Werke „Die Entstehung der Entzündung“ diese Frage durch exakte Tierexperimente in allen Teilen beantwortet. Leber hat nicht nur die den Eiterkokken zukommenden Wirkungen genau abgegrenzt, sondern auch staunenerregende Tatsachen über das Verhalten der einzelnen Stoffe im Auge gefunden, so daß wir bei Ausschluß der Wundeiterung genau sagen können, welcher Art die chemische Wirkung eines jeden Metalls auf die verschiedenen Gewebe des Auges ist.

Praun macht in seinem Handbuche „Die Verletzung des Auges“ das weitere Schicksal des Auges, in dem sich ein Fremdkörper eingebettet, von folgenden Faktoren abhängig:

1. davon, daß der Fremdkörper völlig aseptisch in das Auge eingedrungen ist, d. h. daß ihm keine Eitererreger anhaften, und daß auch nachträglich die Wunde durch solche nicht infiziert wird; so sind ausgeglühte Körper immer frei von Infektionskeimen;

2. von der Lage des Fremdkörpers in den verschiedenen Geweben, die eine verschiedene Toleranz gegen denselben zeigen. Am empfindlichsten ist in dieser Beziehung die Gefäßhaut, besonders der Ziliarkörper, der Glaskörper und die Netzhaut; am tolerantesten zeigt sich die Linse, wahr-

scheinlich wegen ihres geringen Stoffwechsels, zum Teil auch wegen ihres größeren Eiweißgehaltes, der paralysierend auf gewisse Stoffe wirken kann. Sodann ist die Linse ja epithelialer Natur und verträgt Fremdkörper ebenso gut als etwa die Epidermis;

3. von der mechanischen Beschaffenheit des Fremdkörpers, also zunächst von seiner Größe und Flächenbeschaffenheit, ferner davon, ob er durch scharfe Spitzen oder Kanten das Gewebe wiederholt reizt, dann von der Art seiner Befestigung, indem er eventuell durch Ortsveränderung neuerdings Entzündung an weiteren Stellen verursachen kann, z. B. sich festspießt, während er vertragen wird, wenn er sich dem Gewebe flach anlegt; doch tritt diese mechanische Wirkung gegen die gleich zu nennende chemische Wirkung bedeutend in den Hintergrund;

4. von der Dauer seines Verweilens im Auge;

5. von seiner chemischen Beschaffenheit, dem wichtigsten Faktor für das Schicksal des Auges, vorausgesetzt, daß der Fremdkörper aseptisch eingedrungen ist; diese chemische Wirkung kann nur dann eintreten, wenn der Fremdkörper gelöst wird, doch ist hierbei die Löslichkeit der Höhe der Entzündung nicht proportional, sondern auch noch von der spezifischen Wirksamkeit der einzelnen in Lösung gehenden Substanzen abhängig.

Von diesen fünf Punkten, die sich allgemein auf eine Fremdkörperverletzung beziehen, wollen wir zunächst den ersten und fünften in seiner Bedeutung für eine Schrotschußverletzung prüfen. Die Frage, sind Schrotkörner, wenn sie nach Verlassen des Gewehrlaufes ins Auge dringen, aseptisch, ist in den meisten Fällen zu bejahen, vorausgesetzt, daß sie auf ihrer Bahn nicht zuvor andere Körper streiften und so pathogene Keime aufnahmen. Tornatola, Lodato und Ovio wiesen auf die sterilisierende Kraft der Explosion bei Schrotschüssen hin. Ovio erwies die keimtötende Wirkung der beim Schuß entstehenden Hitze direkt durch Experimente. Er infizierte Schrotkörner mit Reinkulturen von Staphylococcus pyogenes aureus und schoß

sie gegen Kaninchen und Nährgelatine ab. Die Wunden der Kaninchen heilten reaktionslos und die Gelatine blieb steril. Dieselben Versuche mit Milzbrandsporen gaben allerdings ein ungünstiges Resultat. Die Kaninchen gingen an Milzbrand zugrunde und in der Gelatine wuchsen Kulturen. Da die Milzbrandsporen zu den am schwersten abzutötenden Keimen gehören, die wir kennen, die Reinkulturen von Staphylococcus pyogenes aber total durch die Hitze beim Schuß abgetötet werden, darf man annehmen, daß in den meisten Fällen ein durch Schuß ins Auge gelangtes Schrotkorn aseptisch ist. Mit Recht sieht Valois die durch Prellschuß hervorgerufenen Verletzungen nicht als aseptisch an, da hier das Korn nach dem Verlassen des Gewehrlaufes also gewissermaßen nach seiner Sterilisation durch die Berührung mit anderen Gegenständen, Erdboden etc. pathogene Keime aufgenommen haben kann. Bei dem direkten Schuß ins Auge ist natürlich die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß pathogene Bakterien von der äußeren Haut oder dem Konjunktivalsack mit in das Augeninnere gerissen werden, wenngleich dies auch nur sehr selten der Fall sein dürfte.

Wir sahen, daß das weitere Schicksal des Auges, wenn auch eine Infektionsgefahr nicht vorliegt, von der chemischen Wirksamkeit des Fremdkörpers abhängig ist. Praun teilt nach dieser Richtung die verschiedenen Substanzen in chemisch differente und indifferente ein. Nur bei den aseptischen, chemisch indifferenten Fremdkörpern ist ein reizloses Verweilen im Auge möglich; es fehlt dann jede Spur von Entzündung, und der Fremdkörper kann völlig frei im Auge sitzen oder wird allmählich in ein organisiertes Exsudat abgekapselt. Praun rechnet zu diesen chemisch indifferenten Substanzen solche, die im Auge nahezu unlöslich sind, wie Gold, Silber und Glas, hingegen zu den indifferenten die oxydationsfähigen Metalle Eisen und Kupfer, die in ihren Wirkungen insofern wesentlich voneinander abweichen, als das letztere starke chemische Eiterung hervorruft, während das erstere nur eine gering-

gradige Entzündung erregt; ebenso wie das Kupfer verhält sich das Quecksilber, das starke Eiterung erzeugt. Dagegen nimmt das Blei eine Art Mittelstellung zwischen Gold und Silber einerseits und Quecksilber andrerseits ein.

Zum Verständnis des Verhaltens der verschiedenen Teile des Auges bei Blei in seinem Innern ist es nötig, die grundlegenden experimentellen Untersuchungen Lebers in seinem Werke: „Die Entstehung der Entzündung“ zu betrachten. Leber hat Bleistückchen von verschiedener Größe unter aseptischen Kautelen in die vordere Kammer und den Glaskörper des Kaninchenauges eingebracht und ihr weiteres Verhalten studiert. Dazu schreibt er:

Fremdkörper aus Blei verhalten sich in der vorderen Augenkammer des Kaninchens ziemlich indifferent, indem es in ihrer Umgebung zu schon während des Lebens erkennbaren, geringen Gewebsveränderungen entzündlicher Natur kommt, die aber im weiteren Verlauf wieder rückgängig werden. Die geringe Wirkung erklärt sich ohne Zweifel dadurch, daß das Blei, das in löslicher Form stark giftig auf die Elemente des Körpers wirkt, hier nicht in merklicher Menge zur Lösung kommt. Bei der Unlöslichkeit seines Karbonats in kohlensäurehaltigen Flüssigkeiten fehlen die Bedingungen, um eine noch so verdünnte Bleilösung in genügender Menge den benachbarten Geweben und Blutgefäßen zuzuführen. Der Fremdkörper würde, auch wenn die Kohlensäure des Kammerwassers anfangs etwas auf ihn einwirkte, sich bald mit einer dünnen Schicht von kohlensaurem Bleioxyd bedecken, die die weitere Einwirkung der Kohlensäure verhinderte. Dieser Einfluß kann übrigens nur ein sehr geringer sein, weil die eingeführten Bleistücke ihr metallisches Aussehen, wenn auch mit einer gewissen Abnahme des Glanzes behielten.

Lebers Versuche ergaben, daß die minimalen Mengen, die von dem metallischen Blei im Auge in Lösung gehen können, zu einem gewissen Grad von vorübergehender, entzündungserregender Wirkung, wie Trübung und Gefäßentwicklung am Rande der Hornhaut, ausreichten. Die

bei allen Versuchen viele Wochen andauernde Gefäß-Injektion und das Vorkommen von Riesenzellen deuten darauf hin, daß hier eine spezifische Wirkung des Bleies anzunehmen ist, die durch rein mechanische Einflüsse nicht erklärt werden kann.

Im Vergleich mit der ziemlich geringen Wirkung von Bleidrähten in der vorderen Augenkammer sind die Folgen der Einführung solcher Fremdkörper in den Glaskörper ziemlich überraschend. Das Blei bewirkt hier, wie auch bei Fremdkörpern aus Eisen und Kupfer, eine Verdichtung und Schrumpfung des umgebenden Glaskörpergewebes, welche wie dort zur Ablösung und Zerreißung der Netzhaut führt. Sodann kommt es auf chemischem Wege zu einer besonderen Form der Entzündung der inneren Augenhäute mit circumscripter eitrig-fibrinöser Exsudation, die nach einiger Zeit wieder zurückgeht und mit Bindegewebs-Proliferation und Schrumpfung endigt. Die Ablösung und Zerreißung der Netzhaut sind durch eine Zugwirkung von Innen her zu erklären, die von dem in Schrumpfung begriffenen Glaskörper auf die Netzhaut ausgeübt wird.

Was die entzündlichen Prozesse anlangt, so gehören hierher leichte Einkapselungsvorgänge des Fremdkörpers durch zellenreiches, teilweise pigmentiertes Bindegewebe, wobei auch, wie in einem Falle bemerkt wurde, Bildung von Riesenzellen vorkommen kann. Da bei anderen Fremdkörpern aus Gold oder Glas diese Art von bindegewebiger Einkapselung nicht vorkommt, so kann ihre Entstehung nur der chemischen Wirkung des Bleies zugeschrieben werden. Sehr auffallend und bemerkenswert ist aber das Auftreten diffus verbreiteter Entzündung der Retina, Chorioidea und des Ziliarkörpers mit eitrigem, in Gestalt kleiner Flöckchen auftretendem Exsudat und mit Hyperplasie des Pigmentepitels und der Chorioidea. Das Auftreten letzterer Veränderungen an demjenigen Teil dieser Membrannen, wo sie durch einen Netzhautriß von innen her bloßgelegt waren, weist klar auf die chemische Wirkung des Fremdkörpers als Ursache hin. —

Zu diesen einleitenden Vorbemerkungen über das Verhalten des Auges bei Verweilen von Blei in seinem Innern möge als der eigentliche Zweck meiner Arbeit hier noch eine Ergänzung Platz finden, die zum Verständnis der Beurteilung einer Schrotschußverletzung beitragen möge.

Bei einer großen Anzahl von Schrotschußverletzungen, die die gesamte Literatur beschreibt, konnte man sich trotz genauer Anamnese, trotz sorgfältiger äußerer Betrachtung des verletzten Auges, trotz ophthalmoskopischer Untersuchung, falls eine solche möglich war, trotz genauer Beobachtung des weiteren klinischen Verlaufs der Verletzung über den eigentlichen Sitz des Schrotkorns und die Gewebe, die es durchbohrt oder erschüttert, nur in Vermutungen ergehen. Selbst die Untersuchung mit Hilfe der Röntgenstrahlen, die wohl imstande ist, uns aufs genaueste über die Lage und Größe eines Fremdkörpers im Augapfel zu informieren, läßt im Stich, wenn wir Aufschluß verlangen über die Art und Schwere der Gewebsschädigung, die der Fremdkörper auf seiner Bahn verursachte. Es sind Fälle beschrieben worden, wo eine matte Schrotkugel nach Durchbohrung des Auges sich an den hinteren Bulbushäuten brach und infolge ihrer Elastizität rekochettierte, um sich dann im vorderen Bulbus-Abschnitt einzunisten. Hier ist das Resultat der Röntgen-Durchleuchtung nicht befriedigend, da sie nur die Lage des Schrotkorns bestimmt; dagegen könnte der ophthalmoskopische Befund, falls die Medien klar sind und das Auge nicht amaurotisch, durch auftretende pathologisch-anatomische Veränderungen an dem hinteren Augenpol, den Weg der Kugel, also die Art der Verletzung eruieren. Wir sahen, daß das weitere Schicksal des verletzten Auges außer von anderen Faktoren auch von der mechanischen Beschaffenheit des Fremdkörpers, also seiner Größe und Flächenbeschaffenheit, abhängig ist. Bei Schrotschußverletzungen ist die Form des Fremdkörpers die denkbar günstigste, sie ist annähernd sphärisch. Die Größe des Korns ist je nach seiner jagdlichen Verwendung sehr wechselnd. Also werden auch die

Verletzungen, wie Größe der Perforationsöffnung, Beschaffenheit der Wundränder, Ausfluß von Glaskörpersubstanz mit seinen verderbenbringenden Folgen, Schrumpfung des Glaskörpers und Netzhaut-Ablösung etc., je nach Entfernung, Durchschlagskraft und Größe der Schrote, qualitativ und quantitativ ganz verschieden ausfallen. Um also Schrotschußverletzungen von vornherein annähernd richtig zu beurteilen, gibt meines Erachtens nach eine genaue Anamnese einigen Fingerzeig, der für Stellung der Prognose und das Verhalten des Arztes von Wichtigkeit sein kann. Aber nicht die Anamnese allein, sie muß sich verbinden mit der Kenntnis über die Wirkung des Schrotschusses auf das Menschenauge.

Ich glaube, es wird manchem Leser lieb sein, wenn ich es versuche, seinem anamnestischen Verständnis zu Hilfe zu kommen. Hierzu ist es nötig, daß ich auf die Technik der Schrotflinte, Kaliber, Ladung und Leistungsfähigkeit etwas näher eingehe, um dann durch gewissenhafte Experimente die Wirkung des Schusses zu untersuchen.

Technik der Schrotflinte.

A. Kaliber.

Unter Kaliber ist der innere Durchmesser der Rohrweite eines Gewehrs zu verstehen. Dasselbe variiert von dem monstreusen Kal. 4, dem stärksten für schwere Entenflinten bis hinunter zum Kal. 32, mit dem kleine Vögel, wie Sperlinge noch gemordet werden können. Ganz im Gegensatz zu den Kalibern der Kugelbüchsen, die ihre Bezeichnungen in Millimetern ausdrücken, sind die Schrotflintenkaliber einer anderen Skala unterworfen. Als Basis wird das Pfund (= $^1/_2$ kg) genommen, wobei eine gewisse Anzahl Rundkugeln obiges Gewicht ausmachen müssen. So sind z. B. bei Kal. 12 zwölf Rundkugeln im Pfund enthalten, bei Kal. 16 deren sechzehn usw. Auf diese Weise vermindert sich also bei erhöhter Nummer das Kaliber im Gegensatz zur Maßbezeichnung nach Millimetern.

In nachfolgender Tabelle sind die für Schrotflinten gebräuchlichsten Kaliber und ihr Durchmesser in Millimetern und englisch Zoll angegeben und zwar nach der englischen Skala, nach welcher heutzutage in der gesamten Gewehrfabrikation gearbeitet wird. (1 engl. Pfund ist gleich 453,59 Gramm).

Kaliber	4	=	26,7	mm	oder	1,052	engl. Zoll
„	8	=	21,8	„	„	0,835	„ „
„	10	=	10,0	„	„	0,775	„ „
„	12	=	18,6	„	„	0,729	„ „
„	14	=	17,8	„	„	0,693	„ „
„	16	=	16,8	„	„	0,662	„ „
„	20	=	15,6	„	„	0,615	„ „
„	24	=	14,7	„	„	0,579	„ „
„	28	=	13,9	„	„	0,550	„ „
„	32	=	13,3	„	„	0,526	„ „

Kal. 4 und 8 eignen sich bloß für schwere und doppelläufige Entenflinten. Diese Halbkanonen können zur Not noch von der Schulter abgefeuert werden, wenn sie ein gewisses Gewicht und eine gewisse Ladung nicht übersteigen; wegen des sehr lästigen Rückstoßes finden sie nur beschränkte Verwendung. Auch Kal. 10, eine Zeitlang in Nordamerika vielfach zur Jagd verwendet, ist bei uns selten anzutreffen und seiner Schwere und Größe wegen wenig beliebt.

Kal. 12 ist dasjenige, das wohl heutzutage am meisten verlangt und gebraucht wird, und hat sich dasselbe auch für alle Jagdarten als das geeignetste bewährt. Seine Schußleistung ist ausgezeichnet, sein Streukegel entsprechend weit und somit kleinen Kalibern gegenüber von nicht zu unterschätzendem Vorteil. Kal. 14 ist sozusagen ausgestorben. Kal. 16 ist vielfach in Deutschland, Frankreich, Österreich, Schweiz und Belgien im Gebrauch. Neben dem Zwölfer ist es unbedingt das geeignetste; an Durchschlag und Tragweite ist es dem letztgenannten keineswegs unterlegen, dagegen ist sein Streukegel etwas vermindert, und muß man mit dem Sechzehner etwas gerader hin-

halten als mit dem Zwölfer, mit dem man sich etwas mehr auf die peripheren Schrote verlassen darf. Als leichte Gewehre bewähren sie sich vortrefflich bei Beginn der Hühnerjagd. Kal. 20 steht an Leistungsfähigkeit schon etwas weiter hinter den Beiden zurück, ist aber in den Händen eines gewandten Schützen gut brauchbar; namentlich in heißen Landen wird es zur Jagd auf Bekassinen häufig benutzt, da es bei der großen Hitze wegen seiner Handlichkeit weniger ermüdet als die größeren Kaliber. Kal. 24, 28 und 32 können zur Jagd auf kleine Vögel sowie für Damengewehre geeignete Verwendung finden. Man trifft sie überdies an einläufigen leichten Flintchen, womit man Sperlinge in Obstgärten erlegt.

B. Schrot.

Als Schrot bezeichnet man die kleinen runden Bleikörner, die aus der Schrotflinte geschossen, dazu bestimmt sind, alles Haar- und Federwild der niedrigen Jagd zu erlegen. Je nach ihrer Größe werden dieselben mit Buchstaben und Nummern von den groben A, B oder Null bis hinunter zu No. 12 benannt. Bei den deutschen Schroten beträgt die Differenz von Nummer zu Nummer genau $^1/_2$ mm; trotz sorgfältiger Sortierung der Schrote sind kleine, aber unbedeutende Abweichungen unvermeidlich. Da die englischen Schrote ihrer Vorzüglichkeit wegen, betreffs möglichst sphärischer Form, Gleichheit der Korngröße und reicher Variation als bestes Fabrikat gelten müssen und zudem seit langer Zeit auf der Gewichtsbasis der englischen Unze (= 28,3 gr) des genauesten abgezählt sind, so sind an der Hand dieser Norm in folgenden Tabellen die verschiedenen Schrote Deutschlands und Englands gewissenhaft abgezählt und überdies jede Sorte in seinem Durchmesser genau gemessen. Nebenbei gesagt bildet das Gewicht der englischen Unze, also 28,3 gr, zufällig die geeignetste Schrotladung für Kal. 16; die Schrotladung für Kal. 12 beträgt dagegen 32 gr.

Deutsche Schrotskala.

No.	Körnerzahl auf 28,3 gr	Durchmesser in mm
000	43	4,75
00	48	4,50
0	60	4,25
1	69	4,00
2	87	3,75
3	110	3,50
4	120	3,25
5	147	3,00
6	208	2,75
7	255	2,50
8	342	2,25
9	484	2,00
10	661	1,75
x 11	1023	1,50
x 12	2272	1,25

x Vogeldunst.

Englische Schrotskala.

New Castle Chilled shot Co.

No.	Körner pr. engl. oz 28,3 gr	Durchmesser in mm
A A A	40	4,85
A A	48	4,50
A	56	4,35
B B B	64	4,15
B B	76	3,85
B	88	3,70
1	104	3,50
2	122	3,30
3	140	3,15
4	172	2,90
5	218	2,75
Medium Game		
C. Lacaster	240	2,65
6	270	2,55

No.	Körner pr. engl. oz 28,3 gr	Durchmesser in mm
6 x	300	2,40
7	340	2,25
8	450	2,10
9	580	1,90
10	850	1,75
11	1040	1,50
12	1250	1,40
Dust I ca.	1700	1,30
Dust II ca.	2800	1,00

An der Hand dieser Tabelle ist nun zu ersehen. wie sich die einzelnen Nummern der erwähnten Fabrikate auf einheitliche Gewichtsbasis aufgestellt zueinander verhalten. So sind z. B. No. 2 englisch und No. 4 deutsch sozusagen einander gleich.

Es gibt zwei Sorten Schrot, Hartschrot und Weichschrot. Hartschrot ist neueren Datums und wurde unter dem Namen „Chilled shot“ zuerst in England fabriziert. Dieses vorzügliche Schrot wird gänzlich aus reinem Blei hergestellt und wird durch ein eigenes patentiertes Verfahren ohne irgend welchen Zusatz gehärtet. Das deutsche Hartschrot wird aus 60% Blei, 20% Antimon und 20% Zinn hergestellt. Hartschrot hat vor dem gewöhnlichen Weichschrot den großen Vorteil, daß es bei vielem Schießen die Rohrseele weniger verbleit und die einzelnen Körner infolge ihrer Reibung im Innern des Laufes weniger an sphärischer Gestalt einbüßen.

Obenan steht das genannte englische Hartschrot. Alle Nummern sind sorgfältig nach ihrer Größe sortiert und so rund wie nur immer möglich. Die große Variation der Nummern und die geringe Differenz von einer zur anderen sprechen schon für möglichste Perfektion. Die angeführten deutschen Hartschrote sind ebenfalls sehr gut, obwohl nicht ganz so regelmäßig wie die vorgenannten, indem der Abstand zwischen den einzelnen Nummern eben schon größer ist.

C. Laufbohrung und Schrotdeckung.

Bis zum Jahre 1874 wurden die zum Schrotschießen bestimmten Läufe alle mehr oder weniger zylindrisch gebohrt. Um dieselbe Zeit etwa soll angeblich in Amerika eine neue verbesserte Laufbohrung erfunden worden sein, die später unter dem Namen „choce bore“ auf deutsch Würgebohrung unter den Jägern bekannt wurde. Bei choce bore ist der betreffende Lauf bis etwa $3^1/_2$ cm vor der Mündung zylindrisch gebohrt, dann folgt eine konisch zulaufende Verengung, dann nimmt der Lauf bis ans Ende wieder zylindrische Gestalt an. Heutzutage wird wohl kaum noch eine Jagdflinte fabriziert, die nicht im linken Lauf etwas mehr oder weniger choce hätte.

Mit einer gut zylindrisch gebohrten Flinte Kal. 12 erhält man bei 36 m Distanz auf einer Scheibe von 76 cm Durchmesser mit einer Normalladung von $5^1/_3$ gr Schwarzpulver und 32 gr Schrot No. 6 engl., der zur Hühner- und Fasanenjagd gangbarsten Nummer, ein Bild von ungefähr 120 bis 130 Schrotkörnern und einen Durchschlag von 25 Lagen Packpapier. In der Ladung von 32 gr Schrot Nr. 6 engl. befinden sich jedoch ca. 310 Körner, so daß also mehr als die Hälfte außerhalb dieses Kreises zu suchen waren und viele derselben die Scheibe auch gar nicht erreichen mochten. Mit einem richtig gebohrten choce bore-Lauf war man nun imstande, mit gleicher Ladung und auf dieselbe Distanz statt 120 bis 130 Schrotkörner deren bis 220 von No. 6 engl. also nahezu das Doppelte in den 76 cm Kreis zu schießen, und dabei hatte die Durchschlagskraft nicht ab-, sondern eher zugenommen. An den meisten der heute in Gebrauch stehenden Doppelflinten ist es üblich, den rechten Lauf zylindrisch zu bohren, dagegen den linken mit vollem choce zu versehen. Der Jäger steht hiermit für alle Eventualitäten gerüstet da; für den Nahschuß hat er den rechten, für entferntere Gelegenheit den linken Lauf stets zur Hand.

Experimentelle Versuche über die Wirkung des Schusses.

Zu den Versuchen wurden die auf der Jagd gebräuchlichsten doppelläufigen Schrotflinten, Zentralfeuergewehre Kal. 12 und 16, rechts Zylinderbohrung, links choce bore verwandt; als Ladung diente eine sehr gebräuchliche Jagdpatrone, die unter der Marke „Waidmannsheil“ aus den Köln-Rottweiler Pulverfabriken in den Handel kommt, sie enthält Schwarzpulver und Hartschrot. Es wurde die Wirkung der Schrote No. 3, 5, 7, 12 auf das Schweineauge, das in bezug auf Größe, Spannung, Resistenz und anatomischen Bau dem menschlichen Auge bekanntlich am nächsten steht, von 90 m Entfernung an abwärts festgestellt. Das Ziel war eine Scheibe von Fichtenholz mit 1 qm Fläche, die öfters erneut wurde. Darauf waren um einen Mittelpunkt in konzentrischen Kreisen 38 halbkugelige Vertiefungen mit 6 cm Entfernung voneinander ausgemeißelt, bestimmt zur Aufnahme der Augen.

Die Augen wurden den geschlachteten Tieren sofort entnommen und nachdem sie höchstens 6 Stunden auf Eis gelegen, beschossen. Eine geringe Druckabnahme der Bulbi war dann bei allen vorhanden. Bei der Fixation in den halbkugeligen Vertiefungen der Scheibe wurden nach Möglichkeit die natürlichen Verhältnisse nachgebildet. Die Augen wurden mit möglichst erhaltenem Orbitalgewebe in die Vertiefungen, die jetzt der knöchernen Orbita entsprachen, eingeklemmt. Die Elastizität der Bulbi innerhalb des Orbitalgewebes war gut erhalten, desgleichen bot auch die Befestigung der Erschütterung der Scheibe beim Anprall der Schrote genügend Widerstand. Es kam nie vor, daß ein Auge dann aus seiner Höhle fiel.

Der Blick war bei den meisten Augen geradeaus auf die Mündung des Gewehres, bei einigen seitlich gerichtet; so war es möglich, auch lochförmige Perforationen der Sclera zu erhalten, die sonst meist tangential verletzt wurde.

Der Lauf wurde nach dem im Zentrum befindlichen Auge gerichtet. Möglichste Garantie des Schusses wurde erstrebt durch Auflegen des Gewehrs auf einem Gestell mit Sandsack; das Wetter war windstill, so daß eine seitliche Ablenkung der Schrote nicht in Betracht kam.

Jedes getroffene Auge wurde sehr vorsichtig aus seiner hölzernen Umrahmung entnommen und bei Vermeidung jeder Erschütterung in ein etikettiertes Fläschchen mit 10% Formollösung gelegt. So wurde der Schrotkorn innerhalb des Augapfels an Ort und Stelle fixiert. War das Schrotkorn nach Perforation des Auges noch in die Scheibe gedrungen, so wurde mit einer Sonde die Tiefe des Durchschlags im Fichtenholz gemessen. — Nach dreimonatlicher genügender Härtung wurden die Augen seziert. Als Sektionsschnitt eignete sich für die meisten Fälle am besten ein Schnitt durch den Äquator des Auges; so konnte die Iris, die hintere Linsenfläche und der hintere Bulbusteil am besten betrachtet werden. Glaskörper und Linse waren für Licht gut durchlässig und ließen die in der Tiefe verletzten Gewebe, sowie den Wundkanal genügend wahrnehmen. Ausnahmsweise wenn sich z. B. ein Schrotkorn in die Substanz der Hornhaut eingebettet hatte, empfahl sich ein sagittaler oder meridionaler Schnitt; so gelangte der Sitz des Fremdkörpers, die Vorwölbung der hinteren Kornealpartie am besten zur Anschauung.

Tabellarische Übersicht der Schießexperimente.

Laufende No.	Entfernung des Ziels in m	Zahl der auf der Scheibe fixierten Augen	Zahl der abgegeb. Schüsse	Kaliber	Laufbohrung	Schrotnummer	Zahl der getroffen. Augen	Schußwirkung und Art der Verletzung
1	90	21	9	12	ch[1])	5	1	Hornhautwunde der Größe des Schrotkorns entsprechend mit eingerissenen aneinandergelegten Rändern. Sitz des Schrotkorns nahe am Äquator der Linse. Auge 12 cm vom Zentrum der Scheibe entfernt.
2	90	21	6	12	ch	7	0	
3	90	21	4	12	ch	12	0	Auf der Scheibe entsprechend dem Anschlag der Schrote schwarze flache Dellen.
4	80	21	3	12	ch	5	2	Das 1. Auge zeigt eine etwa 2 mm lange rißförmige Wunde der Sklera, Schrotkorn abgeprallt. Das 2. Auge hat ein subkonjunktivales Schrotkorn. Beide Augen 6 cm entfernt vom Zentrum der Scheibe fixiert.
5	80	21	3	12	ch	7	0	
6	80	21	3	12	ch	12	0	
7	80	21	3	16	ch	3	0	
8	80	21	3	16	ch	5	0	
9	80	21	3	16	ch	7	0	
10	80	21	3	16	ch	12	0	
11	75	21	2	12	ch	5	1	Das Auge zeigt eine annähernd kreisrunde Wunde im Zentrum der Kornea, Sitz des Schrotkorns subretinal neben dem Sehnerven. Entfernung des Auges 12 cm vom Mittelpunkt der Scheibe.
12	75	21	1	12	zy[2])	5	1	Sklera doppelt perforiert, Schußkanal annähernd tangential, vordere Wunde annähernd kreisförmig, hintere schlitzförmig, Schrotkorn frei hinter dem Auge liegend, ohne ins Holz zu dringen. Entfernung des Auges 12 cm vom Zentrum der Scheibe.
13	75	21	3	12	ch	7	0	
14	75	21	3	12	ch	12	0	
15	70	21	3	12	ch	5	0	
16	70	21	3	12	ch	7	1	Vulnus sclerae 4 mm vom Korneoskleralrande, lochförmig, Schrotkorn in die Substanz der Sklera

[1]) ch = choce bore.
[2]) zy = Zylinderbohrung.

Laufende No.	Entfernung des Ziels in m	Zahl der auf der Scheibe fixierten Augen	Zahl der abgegeb. Schüsse	Kaliber	Laufbohrung	Schrotnummer	Zahl der getroffen. Augen	Schußwirkung und Art der Verletzung
								eingebettet, ohne sie zu durchdringen. Entfernung des Auges vom Zentrum der Scheibe 12 cm.
17	70	21	3	12	ch	12	0	
18	70	21	3	16	ch	3	0	
19	70	21	3	16	ch	5	0	
20	70	21	3	16	ch	7	2	Das 1. Auge, 12 cm vom Zentrum entfernt, hat ein subkonjunktivales Korn, das andere, 6 cm vom Zentrum entfernt, zeigt eine annähernd lochförmige Perforation der Sklera, das Schrotkorn hat den Glaskörper annähernd tangential durchdrungen, um sich vor der Retina einzubetten.
21	70	21	3	16	ch	12	0	
22	70	38	6	16	ch	3	2	Beide Augen zeigen eine annähernd lochförmige Kornealwunde, Schrotkörner in beiden Fällen retrobulbär freiliegend. Entfernung der Augen 12 und 18 cm vom Zentrum.
23	70	38	3	16	ch	5	3	Alle drei Augen zeigen eine annähernd lochförmige Wunde der Sklera in der Nähe des Korneoskleralrandes. Schrotkörner ohne Linsenverletzung ins retrobulbäre Gewebe gedrungen. 2 Augen 12, 1 Auge 6 cm vom Zentrum entfernt.
24	60	21	7	16	ch	3	1	Die Kornea zeigt eine annähernd zentrale runde Perforationsöffnung, das Schrotkorn hat die Linse exzentrisch verlagernd, diese im Äquator perforiert und ist hinter dem Bulbus 2 mm ins Fichtenholz eingedrungen. Entfernung des Auges 6 cm vom Zentrum.
25	60	21	6	16	ch	5	1	Annähernd zentrale runde Perforationsöffnung der Kornea mit zackigen Rändern. Schrotkorn nach Perforation des Augapfels in Richtung der beiden Linsenpole retrobulbär freiliegend. Entfernung des Auges 6 cm vom Zentrum.
26	60	21	3	12	ch	5	5	Bei 2 Augen, 12 cm vom Zentrum entfernt, liegen die Schrotkörner

Laufende No.	Entfernung des Ziels in m	Zahl der auf der Scheibe fixierten Augen	Zahl der abgegeb. Schüsse	Kaliber	Laufbohrung	Schrotnummer	Zahl der getroffen Augen	Schußwirkung und Art der Verletzung
								nach Perforation des Auges im retrobulbären Gewebe, bei zweien, 6 cm vom Zentrum entfernt, sind sie noch etwa 1 mm ins Fichtenholz gedrungen; 1 Auge 12 cm entfernt zeigt dagegen als leichteste Verletzung ein subkonjunktivales Schrotkorn.
27	60	21	6	12	ch	7	1	Die Kornea ist auf der Scheibe nicht nach der Gewehrmündung sondern seitlich gerichtet. Eine etwas zackige annähernd lochförmige Kornealwunde am Korneoskleralrand. Schußkanal annähernd frontal, den hinteren Linsenpol furchend; Schrotkorn nach Perforation der Sklera in genannter Richtung subkonjunktival sichtbar. Auge 12 cm vom Zentrum entfernt.
28	60	21	6	16	ch	7	1	Winzige etwas exzentrische Öffnung der Kornea, Linse unverletzt, Schrotkorn vor der Retina liegend. Entfernung des Auges 6 cm vom Zentrum.
29	60	21	3	12	ch	12	2	In jedem Auge ein subkonjunktivales Korn, durch die Konjunktiva bläulich durchschimmernd, Perforationsöffnung der Konjunktiva beidemal sehr winzig, kaum feststellbar. Entfernung des Auges 12 cm vom Zentrum.
30	60	21	3	16	ch	12	1	Das Auge zeigt eine leichte dellenförmige Erosion der Hornhautepithelschicht. Das Schrotkorn ist ohnmächtig herabgefallen. Entfernung des Auges 12 cm vom Zentrum.
31	50	21	6	16	ch	3	1	Vulnus sclerae lochförmig, Ränder nicht zerfetzt aneinanderliegend, für 1 mm dicke Sonde gerade passierbar. Die Wunde der Konjunktiva darüber hat einen Durchmesser von 2 mm, Ränder eingerissen. Das retrobulbär freiliegende Schrotkorn hat ohne Verletzung der Linse annähernd

Laufende No.	Entfernung des Ziels in m	Zahl der auf der Scheibe fixierten Augen	Zahl der abgegeb. Schüsse	Kaliber	Laufbohrung	Schrotnummer	Zahl der getroffen. Augen	Schußwirkung und Art der Verletzung
								tangential die Sklera doppelt perforiert. Entfernung des Auges 6 cm vom Zentrum.
32	50	9	1	12	ch	3	1	Tangentialschuß. Intraskleraler Wundkanal. Sitz des Schrotkorns 1 mm im Fichtenholz. Entfernung des Auges vom Zentrum der Scheibe 6 cm.
33	50	21	2	12	ch	5	1	Wunde im Korneoskleralrand, die sich beim Sondieren als kleiner, dreistrahliger Stern mit aneinandergelegten Rändern erweist. Schrotkorn nach doppelter Perforation des Auges ohne Linsenverletzung im retrobulbären Gewebe neben der Eintrittsstelle des Sehnerven eingebettet. Entfernung des Auges 12 cm vom Zentrum.
34	50	21	2	16	ch	5	3	Zwei Augen zeigen eine annähernd runde Perforationsöffnung der Sklera, beim 3. Auge eine zackige Skleralwunde, die sich in einen 4 mm langen Schlitz fortsetzt. Die Schrote haben die Augen ohne Linsenverletzung doppelt perforiert, liegen im retrobulbären Gewebe. Alle 3 Augen 6 cm vom Zentrum entfernt.
35	50	21	1	12	ch	7	1	Vulnus sclerae 2 mm vom Korneoskleralrand, Sitz des Schrotkorns subretinal. Keine Verletzung der Linse. Auge im Zentrum fixiert.
36	50	21	2	16	zy	7	1	Auge auf der Scheibe mit seitlich gerichteter Kornea fixiert. Wundkanal frontal. Schrotkorn nach doppelter Perforation der Sklera subkonjunktival eingebettet. Auge im Zentrum fixiert.
37	50	21	2	12	ch	12	3	Bei einem Auge ein freiliegendes Schrotkorn auf der Kornea, das 2. zeigt ein subkonjunktivales Schrotkorn, das 3. einen tangentialen, etwa 3 mm langen Riß der Konjunktiva. Fixation des letzteren Auges 6, der beiden anderen 12 cm vom Zentrum.

Laufende No.	Entfernung des Ziels in m	Zahl der auf der Scheibe fixierten Augen	Zahl der abgegeb. Schüsse	Kaliber	Laufbohrung	Schrotnummer	Zahl der getroffen Augen	Schußwirkung und Art der Verletzung
38	50	21	3	16	zy	12	4	An 3 Augen flache Dellen auf der Kornea, dem 4. Auge sitzt ein Korn der Konjunktiva auf. Entfernung aller Augen 12 cm vom Zentrum.
39	50	21	3	16	ch	12	2	Beide Augen zeigen je ein Korn, das in der Kornealsubstanz ohne Perforation der Kornea eingebettet ist. Entfernung beider Augen 6 cm vom Zentrum.
40	45	17	1	12	ch	5	1	Runde Wunde mit etwas zackigen Rändern im Korneoskleralrande. das Schrotkorn ist den Augapfel perforierend etwa 1 mm ins Fichtenholz eingedrungen. Entfernung des Auges 6 cm vom Zentrum.
41	45	21	1	12	ch	7	4	Sämtliche Schrote haben die Bulbi von der Kornea aus mit. Hinterlassung einer kleinen, zackigen Kornealwunde, deren Ränder aneinandergelegt sind, penetriert: 2 Körner sitzen im retrobulbären Gewebe, 2 liegen ohne Wirkung auf das Fichtenholz frei dahinter. 3 Augen 12, eins 6 cm vom Zentrum entfernt.
42	45	21	1	12	ch	12	4	Bei 3 Augen sitzen die Schrote subkonjunktival. Bei einem Auge schimmert das Korn an der Korneoskleralgrenze aus der Substanz der Kornea, die es nicht perforiert, hervor. Die darüber liegende Epithelverletzung ist kaum sichtbar. Letzteres Auge im Zentrum, eins 6, die beiden anderen 12 cm davon entfernt fixiert.
43	40	21	1	16	ch	3	2	Bei einem Auge der Größe des Korns entsprechende Perforationsöffnung der Kornea mit zackigen Rändern, beim anderen eine ähnliche Wunde in der Sklera. Schußkanal geht beim 1. Auge durch die Pole der Linse, Schrotkorn retrobulbär freiliegend. Entfernung des Auges vom Zentrum 12 cm. Beim 2. Auge keine Linsenverletzung; Sitz des Korns nach

Laufende No.	Entfernung des Ziels in m	Zahl der auf der Scheibe fixierten Augen	Zahl der abgegeb. Schüsse	Kaliber	Laufbohrung	Schrotnummer	Zahl (der getroffen Augen	Schußwirkung und Art der Verletzung
								doppelter Perforation der Sklera 1 mm im Fichtenholz. Entfernung des Auges 6 cm vom Zentrum.
44	40	21	3	16	zy	5	2	Beim 1. Auge lochförmige Kornealwunde; hintere Perforationsöffnung neben dem Sehnerven, die Sklera etwa 3 mm spaltend. Beim anderen Auge 2 doppelte Perforationen der Sklera. Linse beide Male unverletzt. Schrote beidemal frei hinter den Bulbi liegend. Entfernung beider Augen 12 cm vom Zentrum.
45	40	21	2	16	zy	7	3	2 Augen zeigen eine Perforationsöffnung der Kornea mit gezackten Rändern, davon 1 Schrotkorn im retrobulbären Gewebe eingebettet, 1 hinter dem Auge; beim 3. Auge Sklera tangential gespalten, innere Augenhäute unverletzt. Schrotkorn sehr oberflächlich im Fichtenholz. Letzteres Auge 6, die beiden anderen 12 cm vom Zentrum entfernt.
46	40	15	1	12	zy	7	1	Doppelte Perforation der Sklera, Linse unverletzt, Wundkanal annähernd tangential. Schrotkorn oberflächlich im Fichtenholz. Auge im Zentrum der Scheibe fixiert.
47	40	16	1	12	zy	12	3	Bei 2 Augen je ein subkonjunktivales Korn. Bei einem Auge sitzt das Korn i. d. Substanz der Kornea. Die Kornealwunde ist schlitzförmig, die Ränder berühren sich. Entfernung aller Augen 6 cm vom Zentrum.
48	40	21	2	16	ch	12	7	Alle Augen zeigen je ein Schrotkorn in die Substanz der Kornea eingebettet. Bei keinem ist die hintere Fläche der Kornea perforiert. Die Entfernung der Augen vom Zentrum beträgt 6 oder 12 cm.
49	35	7	2	12	zy	3	2	Beim 1. Auge ziemlich glattrandige Perforationsöffnung der Kornea. Schrotkorn nach Verletzung der Linse 5 mm ins Fichtenholz gedrungen. Auge im Zentrum fixiert. Beim 2. Auge hat das Schrotkorn die Sklera tangential gespalten und

Laufende No.	Entfernung des Ziels in m	Zahl der auf der Scheibe fixierten Augen	Zahl der abgegeb. Schüsse	Kaliber	Laufbohrung	Schrotnummer	Zahl der getroffen. Augen	Schußwirkung und Art der Verletzung
								ist etwa 5 mm ins Holz gedrungen. Entfernung des Auges 6 cm vom Zentrum.
50	35	10	1	12	zy	7	2	Beide Augen zeigen eine annähernd runde Verletzung der Sklera. Die Schrote haben die Bulbi penetriert und sind dann ohnmächtig vom Fichtenholz abgeprallt. Linse in beiden Fällen intakt. Ein Auge 6, das andere 12 cm vom Zentrum entfernt.
51	35	14	1	12	ch	12	4	Ein Auge zeigt eine kleine Konjunktivalwunde, die in einen 8 mm langen subkonjunktivalen Gang führt, an dessen Ende ein Korn sitzt. Bei 2 Augen winzige Kornealwunden, in der Kornealsubstanz je ein Schrotkorn, die hintere darüber stark verdünnte Fläche hervorwölbend; bei einem Auge ist die Kornea perforiert, das Korn liegt am Boden des Glaskörpers. Augen 6 bis 12 cm vom Zentrum entfernt.
52	30	7	5	16	zy	3	1	Doppelte Perforation der Sklera, Schrotkorn ohne Verletzung der Linse 7 mm ins Fichtenholz gedrungen. Auge im Zentrum fixiert.
53	30	9	1	16	zy	5	1	7 mm langer tangentialer Spalt der Sklera, alle Augenhäute durchdringend. Schrotkorn 2 mm im Fichtenholz. Auge 6 cm vom Zentrum entfernt.
54	30	9	1	16	zy	7	3	Zwei Augen zeigen eine etwas zackige Kornealwunde, bei einem 3. ist die Sklera doppelt perforiert. Die Schrote haben in allen 3 Fällen die Bulbi penetriert, ohne ins Holz zu dringen. Ein Auge im Zentrum, die anderen 6 cm davon entfernt fixiert.
55	30	21	1	16	zy	12	5	Die Augen zeigen subkonjunktivale Schrote und solche in der Substanz der Kornea eingebettet. Zur Perforation der Kornea ist es nie ganz gekommen. Ein Auge im Zentrum, die anderen 6 bis 12 cm davon entfernt fixiert.

Laufende No	Entfernung des Ziels in m	Zahl der auf der Scheibe fixierten Augen	Zahl der abgegeb. Schüsse	Kaliber	Laufbohrung	Schrotnummer	Zahl der getroffen. Augen	Schußwirkung und Art der Verletzung
56	25	7	2	12	zy	3	0	Der Durchschlag der Schrote im Holz beträgt 1 cm.
57	25	9	1	16	zy	5	2	Jedes Auge hat 2 Wunden an der Korneoskleralgrenze. Die zackigen Ränder liegen aneinander. Die Schrote haben bei jedem Auge zweimal den Linsenäquator verletzt und sind nach Perforation der hinteren Bulbushäute etwa 2 mm ins Holz gedrungen. 1 Auge im Zentrum, eins 6 cm davon entfernt fixiert.
58	25	9	1	16	zy	7	2	Das 1. Auge hat nahe am Limbus eine lochförmige Kornealwunde, Ränder leicht gezackt aneinanderliegend. Sitz des Schrotkorns im retrobulbären Gewebe, nahe der Sklera. Das 2. Auge zeigt 2 Kornealwunden; Linse einmal perforiert. Beide Schrote sitzen hinter dem Auge ganz oberflächlich im Fichtenholz. Letzteres Auge im Zentrum fixiert, das erstere 6 cm davon entfernt.
59	25	9	1	16	zy	12	4	Ein Auge zeigt eine punktförmige Perforationsöffnung der Sklera, das Schrotkorn hat die gegenüberliegende Retina und Chorioidea penetriert, ist dann von der Sklera abgeprallt und nach Zurücklegung eines neuen Weges im Glaskörper unter einem Winkel von etwa 45 Grad in horizontaler Ebene an der Innenfläche der Retina, ohne diese zu verletzen, zur Ruhe gekommen. Ein 2. und 3. Auge zeigen 2 Kornealwunden; die Schrote sitzen im Glaskörper, Linse unverletzt. Bei einem 4. Auge ist ein Korn in die Substanz der Sklera eingebettet. Alle Augen 6 cm vom Zentrum entfernt.
60	20	7	3	12	zy	3	2	Beide Augen zeigen eine ziemlich große runde Kornealwunde, die wenig gezackten Ränder sind etwas wallartig erhaben. Linse in beiden Fällen am Äquator verletzt. Die

Laufende No.	Entfernung des Ziels in m	Zahl der auf der Scheibe fixierten Augen	Zahl der abgegeb. Schüsse	Kaliber	Laufbohrung	Schrotnummer	Zahl der getroffen. Augen	Schußwirkung und Art der Verletzung
								Schrote sind nach Perforatiou des hinteren Augenpols etwa 7 mm ins Fichtenholz gedrungen. Entfernung beider Augen 6 cm vom Zentrum.
61	20	7	1	16	zy	12	4	Ein Auge zeigt 2 sehr kleine Perforationsöffnungen der Kornea, in dem hinteren Pol der nicht verlagerten Linse sitzen 2 Schrote. — Ein Auge enthält ein intrasklerales Korn an der Vorderfläche des Auges, außerdem drei subkonjunktivale Körner, die nach einem Weg von 5 mm Länge zur Ruhe gekommen sind. — Bei einem 3. Auge ist eine Perforationsöffnung der Kornea in der Nähe des Limbus, das Schrotkorn sitzt am hinteren Augenpol dicht vor der Netzhaut im Glaskörper. Linse unverletzt. — Beim 4. Auge ist die Sklera annähernd tangential doppelt perforiert, das Schrotkorn sitzt in der Substanz eines geraden Augenmuskels, dessen Insertion über die hintere Perforationsöffnung hinwegzieht. Das zu dritt genannte Auge war im Zentrum, die anderen 6 cm davon entfernt fixiert
62	15	7	2	12	zy	3	2	Die von den Schroten bestrichene Fläche auf der Scheibe stellt ein Queroval dar, dessen Breite 66 cm, dessen Höhe 55 cm beträgt, Streuung ist unregelmäßig um das Zentrum der Scheibe gruppiert. Das 1. Auge, 12 cm vom Zentrum entfernt fixiert, zeigt eine exzentrische Kornealwunde mit etwas zackigen Rändern, vor der Wunde ein Tropfen Kammerwasser. Das Schrotkorn ist, die Linse und den hinteren Augenpol an der Stelle des Sehnerveneintritts perforierend, 7 mm ins Fichtenholz gedrungen. — Das 2. Auge im Zentrum fixiert, zeigt eine doppelte Perforation der Sklera, Einschußöffnung an der Umschlagstelle der Konjunktiva. Wundränder

Laufende No.	Entfernung des Ziels in m	Zahl der auf der Scheibe fixierten Augen	Zahl der abgegeb. Schüsse	Kaliber	Laufbohrung	Schrotnummer	Zahl der getroffen. Augen	Schußwirkung und Art der Verletzung
								vorne und hinten etwas zackig, aneinandergelegt, kein Glaskörperausfluß. Schrotkorn etwa 8 mm ins Fichtenholz gedrungen.
63	15	2	2	16	zy	12	2	Das 1. Auge zeigt 8 Verletzungen, kleine punktförmige Wunden auf der Kornea und Sklera. Die äußere Form des Auges gut erhalten. Die Linse ist stark deformiert und verlagert, die Retina stark zerfetzt. Die Schrote sitzen meist nahe dem hinteren Augenpol im retrobulbären Gewebe. — Das 2. Auge hat 15 Verletzungen, Sektionsbefund ähnlich wie beim ersten Auge, nur sitzen hier einige Schrote im Glaskörper. Letzteres Auge im Zentrum, das andere 6 cm davon entfernt fixiert.
64	10	1	1	12	zy	3	1	Der Holzpfropfen hat eine deutliche, von Pulverruß schwarz gefärbte Delle auf der Holzscheibe hinterlassen. Der Anschlag des Pfropfens ist etwa 10 cm vom Zentrum der Scheibe entfernt. Das Auge ist von 4 Körnern doppelt perforiert, es ist aus seiner Höhle herausgeschleudert. Die Form des Auges ist kuchenförmig platt. Die Schrote sind 15 mm ins Fichtenholz gedrungen.
65	5	1	1	12	zy	3	1	Das im Zentrum fixierte Auge zeigt membranenartige Zerfetzung. Die einzelnen Fetzen kleben zum Teil in der Nähe an der Scheibe, zum Teil sind sie herabgefallen. Die $3^1/_2$ cm dicke Scheibe von Fichtenholz ist an der Hinterfläche stark zersplittert. Beginnende Wirkung des Kugelschusses.
66	$2^1/_2$	1	1	12	zy	3	1	An Stelle des Auges ein ovales Loch mit vielfach zersplitterten, zackigen Rändern. Ausgesprochene Wirkung des Kugelschusses.

Statistische Zusammenstellung der 108 getroffenen Augen nach dem Grade der Verletzung und der Art der verletzten Gewebe.

	Zahl der Augen	
Leichte Verletzung der Kornea (Erosionen, Dellen intrakorneale Verletzungen	17	
Perforation der Kornea ohne Verletzung der Linse	7	
Perforation der Kornea mit Verletzung der Linse	1	
Doppelte Perforation des Bulbus von der Kornea aus ohne Verletzung der Linse, ohne Wirkung auf das Holz	13	
Doppelte Perforation des Bulbus von der Kornea aus mit Verletzung der Linse, ohne Wirkung auf das Holz	4	
Subkonjunktivale Verletzung	12	
Spaltförmige Verletzung der Konjunktiva	1	
Delle auf der Konjunktiva	1	
Intrasklerale Verletzung	2	
Tangentiale Verletzung der Sklera ohne Wirkung auf das Holz	2	
Tangentiale Verletzung der Sklera mit Wirkung auf das Holz	4	
Einfache Perforation der Sklera ohne Linsenverletzung	2	
Doppelte Perforation der Sklera ohne Linsenverletzung, ohne Wirkung auf das Holz	12	
Doppelte Perforation der Sklera mit Linsenverletzung, ohne Wirkung auf das Holz	1	
Retrobulbäre Verletzung nach doppelter Perforation des Bulbus (Wirkung auf das Fichtenholz)	5 mit 7 ohne	Linsenverletzung.
Mehrfache Verletzung eines Auges ohne Wirkung dahinter	3 mit 7 ohne	Linsenverletzung.
Mehrfache Verletzung eines Auges mit intensiver Schußwirkung dahinter	7 mit	Linsenverletzung.
	108 Augen.	

Die Statistik lehrt die interessante Tatsache, daß eine Verletzung der Linse selbst bei einfachen und doppelten Perforationen des Bulbus von der Kornea relativ selten ist. Bei Perforationen der Sklera kommen Linsenverletzungen bis auf einen Fall überhaupt nicht vor. Bei diesem (No. 27) war die Wunde im Korneoskleralrande, der Schußkanal frontal und so die Bedingungen für das Zustandekommen einer Linsenverletzung besonders günstig. Selbst bei mehrfachen Verletzungen eines Auges mit geringer Propulsionskraft der Projektile sind sie bei 10 Fällen nur dreimal beobachtet; nur bei intensiver Schußwirkung waren sie in diesen Fällen immer vorhanden. — Auf 108 Augen kommen im ganzen 21 Linsenverletzungen.

Beurteilung der Resultate.

Wie die Versuche lehren, hängen Wahrscheinlichkeit und Intensität einer Schrotschußverletzung des Auges von folgenden vier Faktoren ab, der Entfernung, der Größe des Schrotkorns, der Laufbohrung und dem Kaliber.

Mit der Entfernung nimmt die Kraft der aufschlagenden Körner ab, um für eine bestimmte Schrotnummer in einer annähernd feststellbaren Distanz gleich 0 zu werden. Die Kraft des Durchschlags der Schrote steht bei gleichbleibender Entfernung im geraden Verhältnis zur Größe des Korns.

No. 24 bis 29 demonstrieren sehr klar die schwere Verletzung von No. 3 im Gegensatz zu No. 12 bei 60 m Entfernung. Wenn man die Fehlerquellen, die in der Nachahmung natürlicher Verhältnisse liegen, unberücksichtigt läßt und die aus den Tabellen gewonnenen Resultate auf die Wirklichkeit überträgt, so kann man für jede Schrotnummer die Wirkung auf das Menschenauge annäherungsweise für jede Entfernung feststellen. Danach ergibt sich, daß No. 5 auf 90 m Entfernung noch eine schwere Verletzung zur Folge haben kann; No. 3 würde auf diese Distanz den Bulbus wahrscheinlich noch doppelt

perforieren. Mit Nr. 7 und 12 ließ sich hier überhaupt keine Wirkung auf das Auge erzielen. Die erste leichte Verletzung mit Nr. 7 wurde auf 70 m Distanz erreicht, eine solche von No. 12 erst bei 60 m Distanz. Die Wirkung der Schrote in näheren Distanzen s. Tabelle.

Das Kaliber spielt für die Wahrscheinlichkeit eines Treffers nur eine unbedeutende Rolle, wenn man wie bei den Versuchen Kal. 12 und 16 als die auf der Jagd gebräuchlichsten vergleicht.

Dagegen hat die Laufbohrung einen ganz bestimmten Einfluß auf die Streuung der Schrote. Bei Zylinderbohrung ist sie bei verhältnismäßig großem Streukegel am gleichmäßigsten. Die zunehmende Würgung des Laufes ändert dagegen den Charakter des Schußbildes, indem sie demselben eine größere Verdichtung nach der Mitte verleiht und den Streuungskegel verengert. Bei choce bore sind also die Chancen für eine Verletzung des Auges bedeutender als bei Zylinderbohrung; der Unterschied der Choce- und Zylinderwirkung geht deutlich aus No. 38 und 39 hervor. Bei choce dringt No. 12 auf 50 m Distanz in die Kornealsubstanz, bei Zylinder zeigt die Kornea nur oberflächliche Dellen. Es ist noch zu erwähnen, daß die Durchschlagskraft der zentralen Schrote intensiver ist als an der Peripherie des Streuungskegels; hierin liegt der Grund, daß der Grad der Verletzung, wie aus der Tabelle ersichtlich, sich nicht gleichmäßig mit der Entfernung abstuft.

Bei der großen Streuung der Schrote und geringen Wahrscheinlichkeit auch nur eines Treffers in weiteren Distanzen war es nötig, möglichst viele Augen dem Streuungskegel zu exponieren. Aus der Zahl der abgegebenen Schüsse, der exponierten Augen und der Treffer, kann man sich eine ungefähre Vorstellung von der Wahrscheinlichkeit der Verletzung des Auges in einer ganz bestimmten Distanz machen. Gewisse Gesetze für diese Wahrscheinlichkeit abzuleiten, ist unmöglich, da die Streuung der Schrote schon von 40 m an sehr unregelmäßig wird und jeder Treffer bei der Kleinheit des Ziels nicht von der

Vollendung des Gewehrs und der Sicherheit des Schützen abhängt, sondern als Zufall zu betrachten ist. Die große Rolle des Zufalls erläutert No. 44; bei 3 Schuß auf 21 Augen werden 2 verletzt, 1 davon sogar zweimal, während 19 nicht getroffen sind.

Einen gewissen Wert für die Unfallpraxis wird man den Versuchen nicht absprechen können; über den Grad der Verwundung, der von der Art und Propulsionskraft des Geschosses als abhängig zu betrachten ist, geben sie für bestimmte Entfernungen gewisse Anhaltspunkte.

Die Mehrzahl der Augenverletzungen wird in der Praxis schon aus dem Grunde leichter ausfallen als im Experiment, weil die meisten Projektile das Auge mittelbar treffen, d. h. sie dringen durch die Orbita oder die Lider hindurch in den Augapfel ein, während nur ein kleiner Teil den Augapfel in der Lidspalte unmittelbar trifft (Praun).

Leider entsprechen die Angaben des Patienten nicht immer den tatsächlichen Verhältnissen. Bei einer, von Herrn Professor Groenouw vorgenommenen Untersuchung eines Patienten, der nach seiner Angabe auf der Jagd aus etwa 20 Schritt Entfernung mit Hasenschrot ins rechte Auge getroffen war, ließ die Röntgenphotographie einen Fremdkörper im Bulbus erkennen, was sich am später enukleierten Auge bestätigte; das Schrotkorn saß nach einfacher Perforation der Sklera im Ciliarkörper. Selbst wenn es sich um ein peripheres Schrot handelte, so müßte, wie die Tabelle lehrt, die Verletzung eine viel schwerere sein.

Eine Richtigkeit dieser Anamnese wäre allenfalls bei einem Prellschuß denkbar.

Ich bin am Ende meiner Erörterungen. Wenn ich mir auch bewußt bin, daß ich bei den Versuchen mancherlei unvollständig gegeben habe, so liegt für mich insofern ein mildernder Entschuldigungsgrund vor, als in den weiteren Entfernungen ein Treffer eine große Seltenheit ist.

Ist es mir jedoch gelungen, dem anamnestischen Verständnis des Arztes für die Angaben eines schwer verletzten Patienten auch nur um ein Geringes zu dienen, so soll dieses Bewußtsein der vollbefriedigende Preis für meine Arbeit sein.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Groenouw, der mich auf diese Arbeit gebracht und mit reicher Anregung unterstützte, sowie meinem Bruder, Herrn Rittergutsbesitzer Heinrich, für die Einrichtung eines Schießstandes und die Besorgung des Materials meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Literatur.

1872. 1. Kummer. Fall von frei in der vord. Augenk. schwimmendem Körper. Korrespondenzbl. f. Schweizer Ärzte, p. 507.

1873. 2. V. Seidlitz. Experimentaluntersuchungen über Zerreißung der Chorioidea. Inaug.-Diss. Kiel.

3. Berlin, R. Zur sogen. Comotio retinae. Klin. Monatsblatt f. Augenh., p. 42—78.

1874. 4. Fuckel. Verletz. d. link. Aug. durch Schrotschuß. Klin. Monatsbl. f. Augenh., p. 161—164.

5. Jeaffreson, C. S. On foreign bodies lodged within the eye. Med. Times and Gaz. March.

1875. 6. Jolivet. Grain de plomb ayant traversé la paupière supèrieure en contournant le globe de l'oeiel. Recuei d'Ophth., p. 155.

7. Lawson. Foreign bodies within the eye. With three illustrative cases. Lancet. March 27, p. 436.

1876. 8. Meyer, Friedrich. Über Schußverletzungen des Auges. Inaug.-Diss. Berlin.

9. Galezowski. Sur les blessures de l'oeil reçues à la chasse, et sur les précautions à prendre pour les éviter. Bull. de l'Acad. de Med. No. 93, p. 1015.

10. Hirschberg, I. Ein Fall von Schrotschuß in beide Augen. Arch. f. Aug.- und Ohrenh. Bd. V, 2, p. 364.

11. Poncet, F. Décollement de la rétine avec double pedicule, grain de plombe dans le globe oculaire.

12. Siegel, Otto. Über fremde Körper im hint. Augenabsch., insbesondere in der hinteren Bulbuswand. Inaug.-Diss. Tübingen.

1877. 13. Schneider. Zurückbleiben zahlreicher Bleipartikelchen nach einer Schußverletzung des Auges ohne entzündliche Reizerscheinungen. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. XV, S. 292.

1881. 14. Berlin. Über Chorioretinitisplastica nach Schußverletzungen der Orbita. Wien. med. Wochensch. No. 27/8.

15. Santos Fernandez. Schußverletzung an beiden Augen. Resorption der linken Linse. Heilung. Arch. f. Augenheilkunde X 3, S. 307.

1882. 16. Landmann. Über die Wirkung aseptisch i. d. Auge eingedr. Fremdk. v. Gräfes Arch. f. Oph. XXVIII 2, S. 153.

1886. 17. Dubois de Lavigerie. Observat. de bless. grave du fond de l'oeil par armes à feu. Recueil d'Oph. p. 93.

18. Martin. Énucleat. d'un oeil conten. un grain de plombe. Journ. de med. de Bordeaux. XVI, p. 16.

1887. 19. Rolland. Explicat. experim. de l'immunité apan-ophthalmique des grains de plomb. Recueil d'Ophth. p. 530.

1889. 20. Fuchs. Lehrb. d. Augenheilkunde.

1890. 21. Elschnig. Z. Kas. d. Fremdkörperverl. d. Aug. Arch. f. Augenh. XXII, S. 113.

22. Poplawska, Frau Stanislawa. Z. Ätiol. d. Entzünd. d. Aug. nach Verletz. d. Fremdk. Arch. f. Augenheilk. XXII, S. 337.

1891. 23. Leber. Die Entstehung d. Entzündung.

24. Schanz. Augenverletz. d. Schrotschuß. Korrespondenzblatt d. allg. ärztl. Vereins v. Tübingen. No. 6.

1892. 25. Ferdinands. Gunshot injuries to the eye; the possibility of their more conservative treatment. Lancet. II. p. 240.

26. Gotti. Due casi importanti si traumatismo oculare. Boll. d'ocul. XIV, 6.

1893. 27. Magnus. Üb. d. Verhalt. v. Fremdk. in der Linse. Zentralbl. f. prakt. Augenheilk. Nov. S. 327.

28. Snell. Passage of Leaden pellet through eyeball with retention of perfect sight. Ophth. Review., p. 156.

1894. 29. Sur les Bless. de l'oeil par armes à feu. Revue general d'Ophth., p. 206.

1895. 30. Lodato. La prognosi dei traumi oculari per armi a fuoco. Arch. d'Ottalm. II Fasc. 9. b. 10.

31. Ovio. Sur la pénetration de grain de plomb dans le bulbe oculaire. Revue general d'Ophth., p. 305.

32. Valois. Blessures par grains de plomb de l'organe de la vision. Thèse de Paris.

1897. 33. Isbruch. Beitr. z. Kenntn. d. Schrotschußverl. d. Aug. Inaug.-Diss. Jena.

1898. 34. Galtier. Fragment de plomb dans l'oeil. Annal. d'occ. CXIX, p. 52.

35. Pahl. Ein Beitrag z. Cas. d. Schußverl. d. Aug. Inaug.-Diss. Greifswald.

36. Prokopenko. Ein Fall von bewegl. Fremdk. in der Vorderk. Westnik ophth. XV 4—5, p. 369.

37. Tayler. Shot grain wounds of the eye. Americ. med. Assoc. Section of Ophth. Philadelphia. Ibid. p. 60.

1900. 38. Cramer. Eindringen eines Schrotk. i. d. Sehnerven ohne Verletz. d. Bulb. m. Erhalt. d. Sehvermögens. Zeitschr. f. Augenheilk. III., S. 152.

1901. 39. Bürstenbinder. Schrotkörner im Auge. Münch. med. Wochenschr., S. 516.

40. Bürstenbinder. Achtjähr. Verweil. ein. Schrotk. i. d. vord. Augenkammer. v. Gräfes Arch. f. Oph. LII., S. 476.

41. Goldzieher. Beitr. z. Pathologie d. orbit. Schußverl. Zeitschr. f. Augenheilk. VI., S. 277.

42. Praun. Die Verletzungen des Auges.

43. Schirmer. D. Progn. u. Therap. perfor. infizt. Bulbuswunden. v. Gräfes Arch. f. Oph. LIII., S. 1.

44. Stickel. Üb. dopp. Perfor. d. Augapf. d. Schußverl. Inaug.-Diss. Jena.

45. Valois. Cas interess. de bless. ocul. p. graine de plomb. Recueil d'oph., p. 71.

46. Wagenmann. Dopp. Perf. d. Aug. d. Schußverl. Münch. med. Wochenschr., S. 1194.

1902. 47. Anastasi. Sulle ferite della regione ciliare da pallini di piombo. Clinica Oculistica, p. 805.

48. Bergemann. Subkonjkt. Weg ein. Schrotkg. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. XL. B II, S. 143.

49. Lindemeyer. Üb. Schrotschußverl. d. Auges. Sammlung zwangloser Abhandl., herausgegeben von Vossius. V. Bd., Heft I.

50. Panas. Blessures du globe de l'orbite par armes à feu. Arch. d'Oph. XXII., p. 133.

51. Valois. Blessures de l'oeil par grains de plomb. Recueil d'Oph., p. 401.

1903. 52. Kühn. Bericht üb. 2 interess. Schrotschußverl. Ärztl. Sachverst.-Ztg. 1902, No. 14.

1904. 53. Businelli. Sulle ferite penetrante nell'occhio umano. La clinica oculistica. Maggio Giugno.

54. Liebrecht. Klin. u. pathol. anat. Befunde in 12 Fällen v. Schußverletz. d. Sehnerv. (76. Versamml. deutsch. Naturf. u. Ärzte in Breslau). Ebd. S. 663.

55. Mobilio. Prognosi e trattamento delle ferite bulbari penetranti per arma da fuoco. Archiva di Ottalm. XII. p. 114.

56. Schubert. Über eine frei bewegl. Schrotkgl. i. Glaskörper und Einheilung von Blei im Augeninnern. Inaug.-Diss. Leipzig.

1905. 57. Brose. Penetranting shot injuris of the eyeball. Ophth. Rec., p. 59.
1907. 58. Neugebauer. Üb. ein. Fall v. dopp. Perfor. d. Augapfels d. Schrotschußverl. Inaug.-Diss. Jena.

E. Rügg. Die Schrotflinte. Geschichte und Entwicklung bis zur Gegenwart, sowie ihre Verwendnng zur Jagd. 1896, Zürich.

Bericht der deutschen Versuchsanstalt für Handfeuerwaffen. Schießplatz Halensee bei Berlin.

Lebenslauf.

Verfasser dieser Arbeit, Arthur Heinrich, evangelischer Konfession und preußischer Staatsangehöriger, wurde am 2. August 1877 als Sohn eines Rittergutsbesitzers in Cathrienhöfen, Provinz Ostpreußen, geboren. Seine Gymnasialbildung erhielt er auf dem Kgl. Wilhelms-Gymnasium zu Königsberg i. Pr. Nach bestandenem Abiturientenexamen Michaeli 1898 studierte er in Königsberg (4 Semester), Leipzig (2 Semester) und Breslau (7 Semester) Medizin, woselbst er am 6. August 1906 die ärztliche Staatsprüfung beendete. Seiner Militärpflicht genügte er von Ostern 1896 bis Ostern 1897 und leistete entsprechend seiner einjährigen Dienstzeit zwei achtwöchentliche Übungen in der Reserve ab. Während des praktischen Jahres war er 8 Monate am pathologisch-anatomischen Institut und 4 Monate an der Inneren Abteilung des Hospitals zu Allerheiligen in Breslau tätig, um dann die Approbation zu erhalten.

Während seiner Studienzeit besuchte er die Vorlesungen, Kliniken und Kurse folgender Herren Professoren und Dozenten:

In Königsberg:

Braun, Ellinger, Hermann, Stieda, Zander.

In Leipzig:

Chun, Hering, His †, Pfeffer, Spalteholz, Wiener, Wislicenus †.

In Breslau:

H. Cohn †, Czerny, Dienst, Filehne, Flügge, Gottstein, Groenouw, Hasse, Heine, Kausch, Krause, Kast †, Küstner, v. Mikulicz-Radecki †, Neisser, Ponfick, Schäffer, Stern, Sticher †, Storch, v. Strümpell, Uhthoff.

Allen diesen seinen hochverehrten Herren Lehrern spricht Verfasser an dieser Stelle seinen aufrichtigsten Dank aus.